

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-029512

(43)Date of publication of application : 04.02.1997

(51)Int.Cl.

B23B 27/14

C22C 29/00

C22C 29/08

C23C 16/30

(21)Application number : 08-202734

(71)Applicant : SANDVIK AB

(22)Date of filing : 15.07.1996

(72)Inventor : LJUNGBERG BJOERN  
AAKESSON LEIF

(30)Priority

Priority number : 95 9502640 Priority date : 14.07.1995 Priority country : SE

BEST AVAILABLE COPY

(54) CUTTING INSERTED TOOL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform intermittent cutting of low alloy steel by providing the innermost layer of equi-axed crystal grain TiCN<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and the outside layer of smooth aggregate structure  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

SOLUTION: A coating film has the innermost layer of TiCN<sub>2</sub>O<sub>2</sub> having an equi-axed crystal grain in 0.1 to 2 $\mu$ m thickness less than 0.5 size and the second layer TiCN<sub>2</sub>O<sub>2</sub> having a columnar crystal grain in 2 to 15 $\mu$ m preferably 5 to 8 $\mu$ m thickness less than about 5 $\mu$ m preferably less than 2 $\mu$ m diameter. Further, the coating film has the third layer similar to the innermost side layer and the fourth layer (the outermost layer) of smooth  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in 0.5 to 2 $\mu$ m crystal grain size of aggregate structure having 2 to 10 $\mu$ m thickness Rmax about 0.4 $\mu$ m or less surface roughness over about 10 $\mu$ m length.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-29512

(43) 公開日 平成9年(1997)2月4日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
B23B 27/14  
C22C 29/00  
29/08  
C23C 16/30

識別記号

F I

B23B 27/14  
C22C 29/00  
29/08  
C23C 16/30

A  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全6頁)

(21) 出願番号 特願平8-202734  
(22) 出願日 平成8年(1996)7月15日  
(31) 優先権主張番号 9502640-7  
(32) 優先日 1995年7月14日  
(33) 優先権主張国 スウェーデン (S E)

(71) 出願人 390038003  
サンドビック アクティエボラーク  
SANDVIK ACTIEBOLAG  
スウェーデン国, エス-811 81 サンド  
ビック (番地なし)  
(72) 発明者 ビョルン ユングベルイ  
スウェーデン国, エス-122 44 エンス  
ケデ, クルストエータルベーク 96  
(72) 発明者 レイフ オーケソン  
スウェーデン国, エス-125 51 エール  
フショエー, ボールゴールツベーク 24  
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外2名)

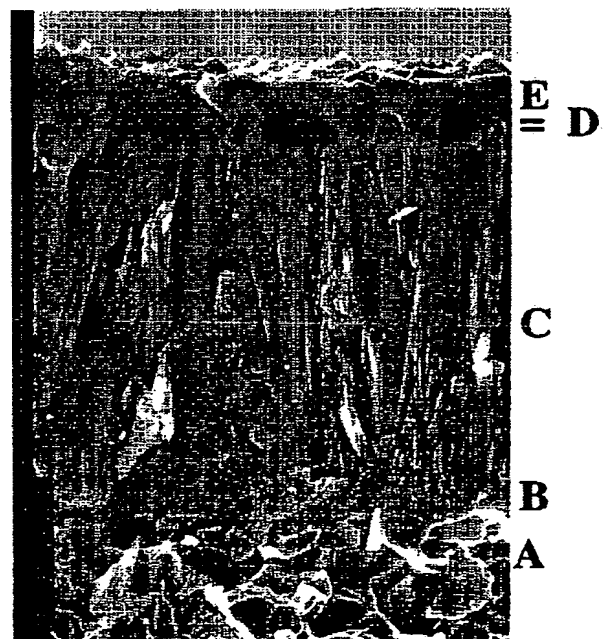
(54) 【発明の名称】 切削工具植刃

(57) 【要約】

【課題】 本発明は被膜切削植刃を開示し、特に、低合金鋼の断続切削に有効である。

【解決手段】 植刃は、高W合金C<sub>o</sub>バインダー相を有するWC-C<sub>o</sub>系超硬合金ポディーを特徴とし、且つ被膜は柱状のTiC<sub>1</sub>N<sub>1</sub>O<sub>2</sub>最内層と微細粒子集合組織α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層のトップ被膜を含有する。

図面代用写真



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 超硬合金ポディー及び被膜を含んでなる低合金鋼の機械加工用の切削工具植刃であって、前記超硬合金ポディーが、WC、5～11wt%のCo、周期律表のIVb、Vb又はVIB族の金属の立方晶炭化物を0～10wt%及び0.76～0.93のCW比を有する高W合金バインダー相から成り、且つ前記被膜が、

— 0.1～2μmの厚みと大きさが0.5μm未満の等軸結晶粒とを有するTiC<sub>1</sub>N<sub>1</sub>O<sub>1</sub>の最内側の第1層、

— 2～15μmの厚みと直径が5μm未満の柱状結晶粒とを有するTiC<sub>1</sub>N<sub>1</sub>O<sub>1</sub>の層、

— 0.1～2μmの厚みと大きさが0.5μm以下の等軸または針状の結晶粒とを有するTiC<sub>1</sub>N<sub>1</sub>O<sub>1</sub>の層、及び

— 滑らかで集合組織の0.5～2μmの微細粒と2～10μmの厚みとを有するα-Al<sub>1</sub>O<sub>1</sub>層の外側層、を含んでなることを特徴とする切削工具植刃。

【請求項2】 前記α-Al<sub>1</sub>O<sub>1</sub>層が、(012)方向の集合組織と1.3より大きな(012)集合組織係数TCを有することを特徴とする請求項1記載の切削工具植刃。

【請求項3】 前記α-Al<sub>1</sub>O<sub>1</sub>層が、(104)方向の集合組織と1.3より大きな(104)集合組織係数TCを有することを特徴とする請求項1記載の切削工具植刃。

【請求項4】 前記α-Al<sub>1</sub>O<sub>1</sub>層が、(110)方向の集合組織と1.3より大きな(110)集合組織係数TCを有することを特徴とする請求項1記載の切削工具植刃。

【請求項5】 薄い0.1～1μmのTiNの最も外側の被膜を特徴とする請求項1記載の切削工具植刃。

【請求項6】 超硬合金ポディー及び被膜を含んでなる切削工具植刃の製造方法であって、

— 既知のCVD法を使用する0.1～2μmの厚みと大きさが0.5μm未満の等軸結晶粒とを有するTiC<sub>1</sub>N<sub>1</sub>O<sub>1</sub>の最も内側の第1層、

— 850～900℃の好ましい温度範囲で層を形成するために炭素及び窒素源としてアセトニトリルを使用するMTCVD-技術によって蒸着された直径が5μm未満の柱状結晶粒で2～15μmの厚みを有するTiC<sub>1</sub>N<sub>1</sub>O<sub>1</sub>の層、

— 公知のCVD-方法を使用して大きさが0.5μm以下の等軸または針状の結晶粒と0.1～2μmの厚みを有するTiC<sub>1</sub>N<sub>1</sub>O<sub>1</sub>の層、及び

— 2～10μmの厚みで(012)、(104)または(110)方向に集合組織化した滑らかな集合組織α-Al<sub>1</sub>O<sub>1</sub>層の外側層、

を被膜する切削工具植刃の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特に低合金鋼の断続切削に有効である被膜切削工具（超硬合金植刃）に関する。

【0002】

【従来の技術】低合金鋼は、被膜または非被膜超硬合金工具で機械加工することは一般に困難な材料である。切れ刃上への加工物材料の付着（smearing）と被膜の剥離とが度々起こる。断続的機械加工が湿式条件（冷却剤の使用）で成されるときは切削条件は特に困難である。

【0003】被膜超硬合金工具で低合金鋼を機械加工する場合、切れ刃は、化学摩耗、アブレシブ摩耗によって及び凝着摩耗と呼ばれる摩耗によって摩耗する。しばしば凝着摩耗が工具寿命を限定する摩耗となる。この凝着摩耗は、層の破片または個々の粒子また超硬合金の一部が、形成された加工物の切粉によって切れ刃から連続して引き離されたときに生じる。さらに、湿式切削に採用された場合、この摩耗は付加的な摩耗機構によってさらに促進されうる。冷却剤及び加工物材料が被膜の冷却クラックに浸透する。この浸透が、加工物材料と冷却剤のあいだで超硬合金としばしば化学反応を起こす。Coバインダー相はクラックの近く一帯及び被膜と超硬合金の間の界面に沿って酸化する。ある時間経過後、被膜小片が少しずつ消失する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】高W合金バインダー相と柱状のTiC<sub>1</sub>N<sub>1</sub>O<sub>1</sub>層と集合組織のα-Al<sub>1</sub>O<sub>1</sub>層とを含む超硬合金ポディー、及び、湿式吹きつけ加工またはブラッシ仕上げによる被膜表面の処理との特徴を組み合わせることにより、低合金鋼の切削をするための優秀な切削工具が得られることが以外にも明らかになった。

【0005】

【課題を解決するための手段及び発明の実施の形態】本発明にしたがい、切削工具植刃は、5～11wt%のCo、好ましくは5～8wt%のCo、10%未満好ましくは5～11wt%のTi、Ta及び／またはNbの金属の立方晶炭化物と、残余WCの組成の超硬合金ポディーで提供される。WCの結晶粒径は1～3μm、好ましくは約2μmである。コバルトバインダー相はWで高合金化される。このバインダー相のW含有量は次式で表され、

$$CW比 = Ms / (wt\%Co \times 0.0161)$$

ここで、Msは超硬合金ポディーの測定された飽和磁化であり、且つwt%Coは超硬合金中のCoの重量%である。CW値はCoバインダー相中のW含有量の関数である。低CW値はこのバインダー相中の高W含有量に相当する。

【0006】超硬合金ポディーが0.76~0.93、好ましくは0.80~0.90のCW比を有するときに改良された切削性能が達成されることが、本発明にしたがって此处で明確にされた。超硬合金ポディーは、いずれに有害な影響もなく1vol.%未満のイータ相(M<sub>6</sub>C)を少量含有してもよい。好ましい実施態様において、立方晶炭化物が枯渇かつバインダー相中でしばしば豊富になる薄い表面帯(約15~35μm)が、米国特許第4,610,931号に開示するように先行技術により示すことができる。この場合、超硬合金は窒化炭素または均一な窒素を含有することができる。

【0007】被膜は次のものを含んでなる。すなわち、  
— 0.1~2μmの厚みと大きさが0.5μm未満の等軸結晶粒とを有し、X+Y+Z=1であり好ましくはZ<0.5であるTiC<sub>1</sub>N<sub>Y</sub>O<sub>Z</sub>の第1層(最内側)。

— 2~15μm好ましくは5~8μmの厚みと直径が約5μm未満好ましくは2μm未満の柱状結晶粒とを有し、X+Y+Z=1であり好ましくはZ=0、X>0.3、Y>0.3であるTiC<sub>1</sub>N<sub>Y</sub>O<sub>Z</sub>の第2層。

【0008】— 0.1~2μmの厚みと大きさが0.5μm以下の等軸または針状の結晶粒とを有し、X+Y+Z=1でありZ≤0.5好ましくはZ>0.1であるTiC<sub>1</sub>N<sub>Y</sub>O<sub>Z</sub>の第3層で、この層は最内側層と同一かまたは相違する。

— 2~10μm好ましくは3~6μmの厚みと長さ10μmに渡ってR<sub>max</sub>≤0.4μmの表面粗さとを有し、集合組織の微細粒(約0.5~2μmの結晶粒径)で滑らかなα-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の第4層で、好ましくはこのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は最外層であるが、例えばTiNの薄い化粧層(約0.1~1μm)のような層を引き続き付加してもよい。

【0009】さらに、α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は、X線回折装置(XRD)によって決定されるように、(104)、(012)の双方或いは(110)方向、好ましくは(012)方向に好ましい結晶成長方位を有する。集合組織係数TCは次の式のように定義される。すなわち、  
$$TC(hkl) = I(hkl) / I_0(hkl) \times [(1/N) \times \sum \{I(hkl) / I_0(hkl)\}]$$

式中で

I(hkl) = (hkl) 反射の測定強度

I<sub>0</sub>(hkl) = ASTM標準パウダーパターン回折データの標準強度

n = 計算に使用した回折の数、使用した(hkl)回折は、(012)、(104)、(110)、(113)、(024)、(116)である。

【0010】本発明にしたがって、(012)、(104)又は(110)結晶面の組に対するTCは、1.3より大きく好ましくは1.5より大きい。本発明の方法

にしたがい、上記のCW比を有する高W合金バインダー相を有するWC-C<sub>0</sub>系超硬合金ポディーは次の層で被膜される。すなわち、

— 既知のCVD方法を使用して、0.1~2μmの厚みと大きさが0.5μm未満の等軸結晶粒とを有し、X+Y+Z=1であり好ましくはZ<0.5であるTiC<sub>1</sub>N<sub>Y</sub>O<sub>Z</sub>の第1層(最内側)。

【0011】— MTCVD技術によって好ましく蒸着された2~15μm好ましくは5~8μmの厚みと直径が約5μm未満好ましくは2μm未満の柱状結晶粒とを有し、X+Y+Z=1であり好ましくはZ=0、X>0.3、Y>0.3であるTiC<sub>1</sub>N<sub>Y</sub>O<sub>Z</sub>の第2層(700~900℃の温度範囲で層を形成するために炭素及び窒素源としてアセトニトリルを使用する)で、しかしながら、この正確な条件は使用する装置の形式にある程度依存する。

【0012】— 既知のCVD方法を使用して0.1~2μmの厚みと大きさが0.5μm以下の等軸または針状の結晶粒とを有し、X+Y+Z=1でありZ≤0.5好ましくはZ>0.1であるTiC<sub>1</sub>N<sub>Y</sub>O<sub>Z</sub>の第3層で、この層は最内側層と同一かまたは相違する。

— 2~10μm好ましくは3~6μmの厚みと長さ10μmに渡ってR<sub>max</sub>≤0.4μmの表面粗さとを有し、スウェーデン特許願書第9304283-6号または第9400089-0号に従う滑らかな集合組織α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の第4層で、スウェーデン特許願書第9402543-4号に開示されているように、微細粒(400~150メッシュ)アルミナ粒子で被膜表面を穏やかな湿式吹きつけ加工をすることにより、または、例えば、SiCのブラシで刃先をブラシ仕上げすることにより、平滑被膜表面を得ることができる。

【0013】Z>0であるTiC<sub>1</sub>N<sub>Y</sub>O<sub>Z</sub>層を所望するとき、CO<sub>2</sub>及び/またはCOが反応ガス混合物を添加する。

【0014】

【実施例及び発明の効果】

実施例1

A. 7.5wt%のCoと、1.8wt%のTiCと、0.5wt%のTiNと、3.0wt%のTaCと、0.4wt%のNbCと、残余がWCとの組成を有し、0.88のCW比に相当するWを高合金化したバインダー相を有する型式CNMG120408-SMの超硬合金切削工具植刃は、MTCVD技術を用いて、0.5μmの等軸TiCN層に引き続き柱状結晶粒を有する7μmの厚さのTiCN層を被膜した(処理温度は850℃で、CH<sub>4</sub>、CNを炭素/窒素源とした)。その後の処理工程において、同じ被膜期間中に1μm厚さの等軸のTiC<sub>1</sub>N<sub>Y</sub>O<sub>Z</sub>層(約X=0.6、Y=0.2及びZ=0.2)が蒸着され、引き続き4μm厚みの(012)集合組織α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層がスウェーデン特許第5

10

20

30

40

50

01527号に記載される条件にしたがって蒸着された。XRD測定は $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層に対して1.6の集合組織係数TC(012)を示した。超硬合金ポディーは、立方晶炭化物が激減した約25 $\mu$ m厚さの表面帯を有した。

【0015】B. Aのような同一バッチからの型式CNMG120408-SMの超硬合金切削工具植刃は、MTCVD技術を使用して、0.5 $\mu$ mの等軸のTiCN層が被膜され引き続いて柱状結晶を有する7 $\mu$ mの厚さのTiCN層が被膜された(処理温度は850℃で、CH<sub>4</sub>、CNを炭素/窒素源とした)。その後の処理工程において、同じ被膜期間中に1 $\mu$ m厚さの等軸のTiC、N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>層(約X=0.6、Y=0.2及びZ=0.2)が蒸着され、引き続き4 $\mu$ m厚みの(104)集合組織の $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層がスウェーデン特許願書第940089-0号に記載される条件にしたがって蒸着された。XRD測定は $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層に対して1.7の集合組織係数TC(104)を示した。

【0016】C. 6.5wt%のCoと、8.8wt%の立方晶炭化物(3.3wt%のTiC、3.4wt%のTaC及び2.1wt%のNbC)と、残余WCとの組成を有する型式CNMG120408-SMの超硬合金切削工具植刃は、Aに示す手順で被膜された。超硬種類

A.) 本発明に従う高W合金超硬合金ポディー 柱状被膜/012- $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	165
B.) 本発明に従う高W合金超硬合金ポディー 柱状被膜/104- $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	117
C.) 低W合金超硬合金ポディー(比較例) 柱状被膜/012- $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	60
D.) 高W合金超硬合金ポディー(比較例) 等軸被膜/012- $\alpha$ + $\kappa$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15
E.) 低W合金超硬合金ポディー(比較例) 等軸被膜/012- $\alpha$ + $\kappa$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15

#### 実施例2

F. 7.5wt%のCo、2.3wt%のTiC、3.0wt%のTaC、0.4wt%のNbC、及び、残余がWCと0.88のCW比に相当するWを高合金化したバインダー相との組成を有する型式CNMG120408-QMの超硬合金切削工具植刃は、MTCVD技術を用いて0.5 $\mu$ mの等軸のTiCN層に引き続き柱状結晶粒を有する7 $\mu$ mの厚さのTiCN層が被膜した(処理温度は850℃で、CH<sub>4</sub>、CNを炭素/窒素源とした)。その後の処理工程において、同じ被膜期間中に、1 $\mu$ m厚さのTiC、N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(X=0.6、Y=0.2及びZ=0.2)の等軸の層が蒸着され、引き続き4 $\mu$ m厚みの(012)集合組織の $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層がスウェーデン特許第501527号に記載される条件にしたがって蒸着された。超硬合金ポディーは、表面近傍に立方晶炭化物が激減した領域は存在しなかった(実

合金ポディーは1.0のTW比を有した。XRD測定は $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層に対して1.5の集合組織係数TC(012)を示した。

【0017】D. Aのような同一のバッチからの型式CNMG120408-SMの超硬合金切削工具植刃は、6 $\mu$ mの等軸のTiCN層が被膜し引き続き先行技術にしたがい4 $\mu$ m厚みのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層が被膜した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は約30/70の比で $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と $\kappa$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>との混合物から成ることをXRD分析が示した。  
E. Cのような同一のバッチからの超硬合金切削工具植刃が、Dで与えられる手順にしたがって被膜された。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は約20/80の比で $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と $\kappa$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>との混合物から成ることをXRD分析が示した。

【0018】切削試験をする前に、AからEまでの全ての植刃は、被膜表面を滑らかにするためにアルミナスラリーを使用して湿式吹きつけ加工がされた。植刃は断続縦方向旋削工程において試験した。加工物材料は外形190mm内径30mmのリングであり厚さ22mmの形状の低合金低炭素鋼(SCr420H)であった。リングの厚みにわたる各縦方向の通過は1mm毎に22回の中断からなる。剥離が発生するまでのリング厚さにわたる通過回数が各種類に対して記録された。

#### エッジ剥離前の通過回数

施例1の植刃に存在したように)。

【0019】XRD測定は $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層に対して1.5の集合組織係数TC(012)を示した。

G. 5.5wt%のCoと、8.4wt%の立方晶炭化物(2.6wt%のTiC、3.5wt%のTaC及び2.3wt%のNbC)と、残余WCとの組成を有する型式CNMG12040-QMの超硬合金切削工具植刃は、Dに示す手順にしたがって被膜された。超硬合金ポディーは0.98のTW比を有した。

【0020】Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は約25/75の比で $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と $\kappa$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>との混合物から成ることをXRD分析が示した。

H. Gのような同一バッチからの超硬合金切削工具植刃は、Aで示した手順で被膜された。XRD測定は1.6の集合組織係数TC(012)を示した。全ての植刃FとGは、被膜面を滑らかにするために切れ刃に沿って

ブラシ仕上げをし、実施例 1 に示した方法にしたがって

試験をした。

種類	エッジ剥離前の通過回数
F. ) 本発明に従う高 W 合金超硬合金ボディー 柱状被膜 / $0.12 - \alpha - Al_2O_3$	165
G. ) 高 W 合金超硬合金ボディー (比較例) 等軸被膜 / $\alpha + \kappa - Al_2O_3$	15
H. ) 低 W 合金超硬合金ボディー (比較例) 柱状被膜 / $0.12 - \alpha - Al_2O_3$	60

【図面の簡単な説明】

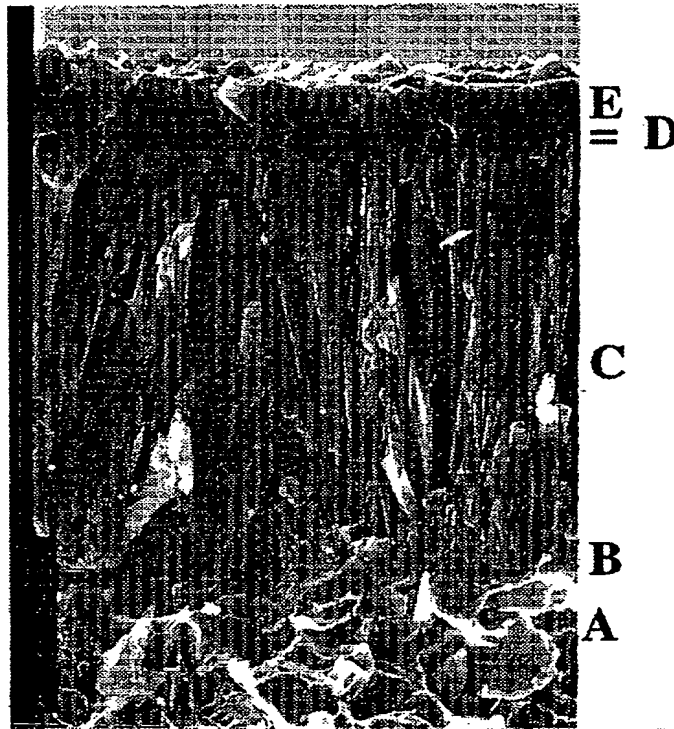
【図 1】本発明に従う被膜植刃の倍率 5000X の組織  
写真であり、A—超硬合金ボデー、B—等軸結晶粒を有  
する  $TiC, N, O$  層、C—柱状結晶粒を有する  $TiC, N, O$   
層、D—等軸または針状結晶粒を有する  $TiC, N, O$  層、  
E—柱状結晶粒を有する集合組織  $\alpha - Al_2O_3$  層を示す。

【符号の説明】

A…超硬合金ボデー  
B…等軸結晶粒を有する  $TiC, N, O$  層  
C…柱状結晶粒を有する  $TiC, N, O$  層  
D…等軸または針状結晶粒を有する  $TiC, N, O$  層  
E…柱状結晶粒を有する集合組織  $\alpha - Al_2O_3$  層

【図 1】

図面代用写真



【手続補正書】

【提出日】平成 8 年 8 月 29 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】

【課題を解決するための手段及び発明の実施の形態】本  
発明にしたがい、切削工具植刃は、5～11wt%のC  
o、好ましくは5～8wt%のCo、10%未満好まし  
くは1.5～7.5wt%のTi、Ta及び/またはN  
bの金属の立方晶炭化物と、残余WCの組成の超硬合金

ポディーで提供される。WCの結晶粒径は1～3 $\mu$ m、好ましくは約2 $\mu$ mである。コバルトバインダー相はWで高合金化される。このバインダー相のW含有量は次式で表され、

$$CW比 = Ms / (wt\%Co \times 0.0161)$$

ここで、Msは超硬合金ポディーの測定された飽和磁化であり、且つwt%Coは超硬合金中のCoの重量%である。CW値はCoバインダー相中のW含有量の関数である。低CW値はこのバインダー相中の高W含有量に相当する。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**